# 松毛虫的杂交遗传试验*

赵清山 邬文波 吕国平
(林业部森林植物检疫防治所，沈阳 110031)
袁 星 李善奎 蒋家城
(重庆市森林病虫害防治检疫站，四川 重庆 630064)

**摘要** 本文报道了马尾松毛虫 *Dendrolimus punctatus* Walker 和油松毛虫 *Dendrolimus tabulaeformis* Tsai et Liu 杂交遗传试验的部分结果。研究表明，不论从食性、形态特征、混合配对和单个配对试验的结果来看，油松毛虫和马尾松毛虫应为同一物种。其形态学特征，尤其是外生殖器解剖构造的差异，并未反映出种的特性和种间的生殖隔离。油松毛虫与马尾松毛虫杂交，无论正交或反交，都能产生有生育力的 $F_1$ 代，$F_1$ 代自交产生 $F_2$ 代，$F_2$ 代自交产生 $F_3$ 代。但考虑到油松毛虫在我国的分布与油松的分布大体相一致，它与马尾松毛虫在形态学和生态学等方面多少存在着一些差异，因此可认为它是马尾松毛虫的一个亚种，可称为 *Dendrolimus punctatus tabulaeformis* (Tsai et Liu)。

**关键词** 马尾松毛虫 油松毛虫 杂交 可育性 生殖隔离

我国森林的松毛虫灾害非常严重，平均每年发生面积在 4 千万亩以上，而且有越来越严重的趋势。就马尾松毛虫 *Dendrolimus punctatus* Walker 而言，其分布范围非常广泛，在我国南方13省(区)以及越南境内都有分布。由于地理环境和食料的不同，因而在一些地区形成了亚种。在不同种松毛虫混合发生地区，如辽宁省凌源县还发现有天然杂种的存在，这已引起了一些学者的注意(蔡邦华等，1965；侯陶谦，1987)。各种松毛虫的分布与其寄主植物的分布大体上是一致的，但也存在着同种松毛虫取食多种针叶树和不同种松毛虫取食同一树种的情况。例如在四川省境内，一向认为取食马尾松的是马尾松毛虫，但后来经鉴定，确认为是油松毛虫 *Dendrolimus tabulaeformis* Tsai et Liu (蔡邦华和刘友樵，1962；刘能敬和陈素芬，1981；侯陶谦，1987)。这种情况不仅在生产上造成混乱，而且也给分类学提出了新的问题，即四川省境内的松毛虫是油松毛虫还是马尾松毛虫？或者二者是同一种？为此，我们进行了松毛虫杂交遗传试验，现将研究结果报道如下。

## 材 料 和 方 法

### 一、供试昆虫

**1.** 油松毛虫 分别采自北京密云和四川省重庆市。

**2.** 马尾松毛虫 分别采自江西省南昌市和鹰潭市。

### 二、试验方法

本文于 1989 年 7 月收到。
* 为国家"七五"攻关项目。
** 本文承朱弘复和萧刚柔先生审阅，得到江西省森防站文志忠、南昌县森防站江作文、鹰潭市森防站李永保和诸葛毓同志的大力支持，本所电镜室秦国夫、李海燕同志协助拍照，特此一并致谢。

1. 食性试验　将北京密云越冬代油松毛虫带到重庆，饲以马尾松针叶或将其放养在林间的马尾松树上，观察其生长发育情况，并与当地松毛虫进行比较。

2. 形态学比较　将油松毛虫和马尾松毛虫(包括不同种源）及其杂交种的外部形态、解剖构造和卵的形态特征进行比较。

3. 杂交试验

(1) 混合配对试验　将不同来源的两种松毛虫 2 个以上的雌虫和雄虫混养在同一个养虫笼中，观察其配对交尾情况。

(2) 单个配对试验　将马尾松毛虫和油松毛虫蛹的茧壳剪去，区分雌雄蛹后分别放入养虫笼中羽化，并按不同种源单个配对，观察其配对产卵情况。

(3) 将松毛虫杂交后产生的 $F_1$ 代的卵放在相同的条件下孵化，并进行室内饲养，直至结茧。

(4) 将各组合的 $F_1$ 代进行自交，观察其卵能否孵化，以及 $F_2$ 代的生长发育情况。

(5) 以马尾松毛虫和油松毛虫的自交组作为对照。

## 结 果 与 分 析

一、 4 月初将采自北京密云的越冬代松毛虫幼虫带到重庆放养在马尾松树上， 2 分钟后开始取食。幼虫生长发育正常，仅个体大小分化较明显。由于气温比北方高。 所以比北京地区的油松毛虫提前完成世代(表 1)。

表 1　油松毛虫取食马尾松食性试验(重庆，1988)

| 虫源 | 林间放养数(头) | 化蛹前收回老熟幼虫数(头) | 化蛹数(头) | 羽化数(头) |
|---|---|---|---|---|
| 油(京) | 300 | 29 | 13 | 6 |
| 油(渝) | 200 | 26 | 12 | 8 |

京：北京、渝：重庆；光熟幼虫下树结茧所以提前回收，幼虫及蛹期死亡率较高。

二、采自北京和重庆的松毛虫，其外部形态和卵的形态特征，雄虫外生殖器的解剖构造，尤其是大抱针呈指状，小抱针圆锥形、末端尖，其长度接近大抱针长度的 1/2 等特征与油松毛虫相同。即采自北京和重庆地区的松毛虫为油松毛虫；而采自江西的松毛虫经鉴定，确认为马尾松毛虫。

三、混合配对试验表示，油松毛虫与马尾松毛虫之间的亲和力(性引诱力)与同种之间的亲和力(性引诱力)无明显差异(表 2)，这可以解释为两者的性信息素是相同的，实验室研究和林间试验也表明了这一点(中科院动物研究所昆虫激素研究室等，1979；孟宪佐和王怀敏，1983)。

四、单个配对试验结果(表 3)

1. 所有的杂交组合，不论正交或反交都能正常交配产卵，所产生的 $F_1$ 代生长发育正常。但由于 1988 年南方夏季异常炎热，重庆尤甚，使室内饲养和林间放养工作受到严重影响，幼虫死亡率高，多数组合未能完成 $F_2$ 代。

表 2 油松毛虫与马尾松毛虫混合配对试验(重庆，1988)

| 编 号 | 组合情况 | 成交对数 | 成交组合 |
|---|---|---|---|
| 1 | ♀: 油(1)、油(2)、马(3)、马(4)<br>♂: 油(1)、油(2)、马(3)、马(4) | 2 | 油(1)♀×油(2)♂<br>马(3)♀×油(1)♂ |
| 2 | ♀: 油(2)、马(3)、马(4)<br>♂: 油(2)、马(3)、马(4) | 3 | 油(2)♀×油(2)♂，马(4)♀×马(3)♂<br>马(3)♀×马(4)♂ |
| 3 | ♀: 油(2)、马(3)、马(4)<br>♂: 马(4) | 1 | 油(2)♀×马(4)♂ |
| 4 | ♀: 油(2)<br>♂: 油(2)、马(3)、马(4) | 1 | 油(2)♀×马(4)♂ |
| 5 | ♀: 马(3)<br>♂: 油(2)、马(3)、马(4) | 1 | 马(3)♀×马(4)♂ |
| 6 | ♀: 马(4)<br>♂: 油(5)、马(3)、马(4) | 1 | 马(4)×马(4)♂ |

括号内数字 1 为北京、2 为重庆、3 为鹰潭、4 为南昌、5 为永川。

表 3 油松毛虫与马尾松毛虫单个配对试验(重庆，1988)

| 编号 | | 单个配对 | 重复次数 | 成交对数 | 配对及下代生长发育情况 |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 油(1)♀×马(3)♂ | 2 | 2 | 交配成功，产卵及孵化正常，$F_1$代幼虫生长发育正常。 |
| | 2 | 马(3)♀×油(1)♂ | 2 | 2 | 同上。 |
| II | 3 | 油(2)♀×马(3)♂ | 2 | 2 | 同上。 |
| | 4 | 马(3)♀×油(2)♂ | 2 | 2 | 同上。 |
| III | 5 | 油(2)♀×马(4)♂ | 2 | 2 | 同上。 |
| | 6 | 马(4)♀×油(2)♂ | 2 | 1 | 同上。 |
| IV | 7 | 油(5)♀×马(4)♂ | 2 | 2 | 交配成功，孵化正常并完成 $F_1$ 代；$F_1$ 代自交后产生 $F_2$代，$F_2$代自交后产生 $F_3$ 代，生长发育均正常。 |
| | 8 | 马(4)♀×油(5)♂ | 2 | 2 | 同上。 |
| 对照组 | 9 | 油(5)♀×油(2)♂ | 2 | 2 | 交配成功，产卵及孵化正常，$F_1$代幼虫生长发育正常。 |
| | 10 | 油(2)♀×油(5)♂ | 2 | 2 | 同上。 |
| | 11 | 马(4)♀×马(3)♂ | 2 | 1 | 同上。 |
| | 12 | 马(3)♀×马(4)♂ | 2 | 1 | 同上。 |
| | 13 | 油(5)♀×油(5)♂ | 2 | 2 | 同上。 |
| | 14 | 油(2)♀×油(2)♂ | 2 | 1 | 同上。 |
| | 15 | 马(3)♀×马(3)♂ | 2 | 1 | 同上。 |
| | 16 | 马(4)♀×马(4)♂ | 2 | 2 | 同上。 |

括号内数字1为北京、2为重庆、3为鹰潭、4为南昌、5为永川

1988 年夏季南方酷热，室内饲养困难，以致幼虫大量死亡，多数组合 $F_2$ 代未能完成。

2. 其中第 IV 组油松毛虫与马尾松毛虫的正反交组合，不仅能顺利完成 $F_1$ 代，而且 $F_1$ 代自交产生了$F_2$代，$F_2$ 代自交产生 $F_3$ 代。

## 五、亲本与杂交种的形态学比较

**1.** 马尾松毛虫(亲代)　体色差异较大,棕、褐、黄褐至深褐色，前翅前缘弧形突出明显。花纹一般浅色,不甚明显。前翅外线锯齿状、中线双重不明显，中室端白点小，可辨认。后翅中间有一深色斑纹,缘毛有灰白、灰褐等色,翅反面有一条较深色的弧形带。雄蛾体长 21—23 毫米,翅展 38—62 毫米;雌蛾体长 20—30 毫米，翅展 42—80 毫米（图版 I:1)。雄性生殖器的抱器肘部较细,大抱针指状，小抱针圆锥形末端尖细，其长度约为大抱针的 1/3,但不超过大抱针的 1/2 (图版 I:2)。阳具弯刀状,前半部密布骨化小刺,近刃处的小刺大而密。卵长圆形,长径 1.4 毫米、短径 1.1 毫米左右。颜色变异大,淡绿、粉红、浅黄甚至淡紫色。精孔周围有一小块隆起,内层室 2—3 层,室为不规则菱形;中层室2—3层,呈 5—7 角形,室中部有条块状凹陷部分;爪状突 5—13 个。在电镜下观察，精孔周围略凹,内层室沿精孔呈菊花状排列,9—10 瓣(室),壁间基部沿精孔周围有 9—10 个小孔,这才是真正的精孔。

**2.** 油松毛虫(亲代)　与马尾松毛虫相似,其虫体较大,体色较浅但花纹明显。雄蛾体长 20—28 毫米,翅展 45—61 毫米;雌蛾体长 23—30 毫米,翅展 57—83 毫米(图版 I:1)。雄性外生殖器抱器的肘部较粗,大抱针指状,小抱针圆锥状,末端尖,其长度约为大抱针长的 1/2 左右(图版 I:3)。阳具弯刀状,比马尾松毛虫的略大,端部骨化小刺亦较多。卵长圆形,比马尾松毛虫卵略大(四川境内油松毛虫与马尾松毛虫一样)，长径 1.7 毫米短径 1.3 毫米左右。精孔一端淡绿色,另一端红褐色;精孔周围有一小块圆形隆起,层室形状与排列与马尾松毛虫相似;爪状突 7—12 个。在电镜下观察,精孔周围略凹，内层室沿精孔呈菊花状排列,9—10 瓣(室),壁间基部沿精孔周围有 9—10 个小孔(图版 I:6)。

**3.** 油×马(子 1 代)　外形与亲本相似,但体形略小;花纹较为明显,内线较模糊、中外横线清晰可见,外横线与斑列间有一浅黄色带;中室端白点明显。雄蛾体长 15—20 毫米,翅展 35—43 毫米;雌蛾体长 18—25 毫米,翅展 45—60 毫米(图版 I:1)。雄性生殖器与父本相似,大抱针指状,小抱针圆锥状,末端尖，其长度约为大抱针的 1/3，但比亲本马尾松毛虫稍长些（图版 I:4)。卵的形状与形态特征与亲本相同。细微特征经电镜观察略有不同之处,即内层室沿精孔呈菊花状排列，10—11 瓣(室),壁间基部沿精孔周围有 9—11 个小孔(图版 I:7)。

**4.** 油×马(子 2 代)　外形与亲本相似,但体呈深褐色(比亲本和子 1 代的体色都深),花纹深而明显。内横线模糊(与体色渐混),中外横线清晰可见,外横线与斑列间有一黄褐色带,斑列不太明显,中室端的小白点明显且大。雄蛾体长 15—22 毫米，翅展 35—45 毫米;雌蛾体长 18—25 毫米,翅展 45—60 毫米(图版 I:1)。雄性生殖器与亲本相似,大抱针指状,小抱针圆锥状，其长度小于大抱针长的 1/3，但比雄性亲本马尾松毛虫的稍长（图版 I:5)。

## 结　　论

关于物种的定义和近缘种的确定,有时颇为不易(陈世骧 1961；朱弘复,1987)。形态学不应仅是外部形态和解剖特征的简单描述，而应从系统发生的动态观点出发来予以解释。所以除形态学分类外,还要辅以生理指标分类,数值分类和杂交遗传试验等方法,用以区别物种的异同(全国玉米螟综防协作组,1988;李宝娟和唐觉,1988； Lanier 等1988)。根

据上述研究我们看到，油松毛虫与马尾松毛虫的食性基本相同，其形态学和生态学方面的差异不大，除雄性外生殖器较易区别外，雌蛾前翅花纹和外生殖器相似到难以认识的程度（蔡邦华和刘友樵，1962），亲缘关系更近，特别是油松毛虫与马尾松毛虫杂交可育，因此两者应为同一物种。但考虑到油松毛虫的分布与其主要寄主油松的分布大体上相一致，因不同地理环境及寄主而造成一定差异，这种差异在某些地区（如四川）沿共同界限处则完全混合，根据动物命名法规和有关亚种的定义，我们认为油松毛虫是马尾松毛虫的一个亚种 *Dendrolimus punctatus tabulaeformis* Tsai et Liu。

## 参 考 文 献


中国科学院动物研究所昆虫激素研究室等 1979 马尾松毛虫性外激素的触角电位（EAG）活性组分的分离、鉴定与合成。科学通报 24(21): 1004。

刘能敬、陈素芬 1981 四川马尾松林区主要松毛虫改称油松毛虫的研究。四川林业科技 2(2): 17—23。

朱弘复 1987 动物分类学理论基础。上海科技出版社。

全国玉米螟综防协作组 1988 我国玉米螟优势种的研究。植物保护学报 15(3): 145—51。

李宝娟、唐觉 1988 米象与玉米象杂交试验初探。昆虫知识 25(1): 23—5。

陈世骧 1961 分类学的若干基本概念。昆虫学报 10(4—6): 321—38。

孟宪佐、王怀敏 1983 油松毛虫性诱剂的合成与林间活性试验。林业科学 19(2): 137—40。

侯陶谦 1987 中国松毛虫。科学出版社。

蔡邦华、刘友樵 1962 中国松毛虫属（*Dendrolimus Germar*: Lasiocampidae）的研究及新种记述。昆虫学报 11(3): 237—53。

蔡邦华等 1965 松毛虫种间杂交及杂种生物学的初步观察。昆虫学报 14(4): 347—59。

Lanier, G. M. et al 1988 Biosystematics of the *Dendroctonus frontalis* complex. Proceedings of 18th International Congress of Entomology. p. 409.


# HYBRIDIZATION EXPERIMENTS WITH TWO SPECIES OF *DENDROLIMUS*


ZHAO QIN-SHAN WU WEN-BO LU GUO-PING

(*Institute of Forest Plant Quarantien and Pest Control, Ministry of Foresry, Shenyang* 110031)

YUAN XING LI SHAN-KUI JIANG JIA-CHENG

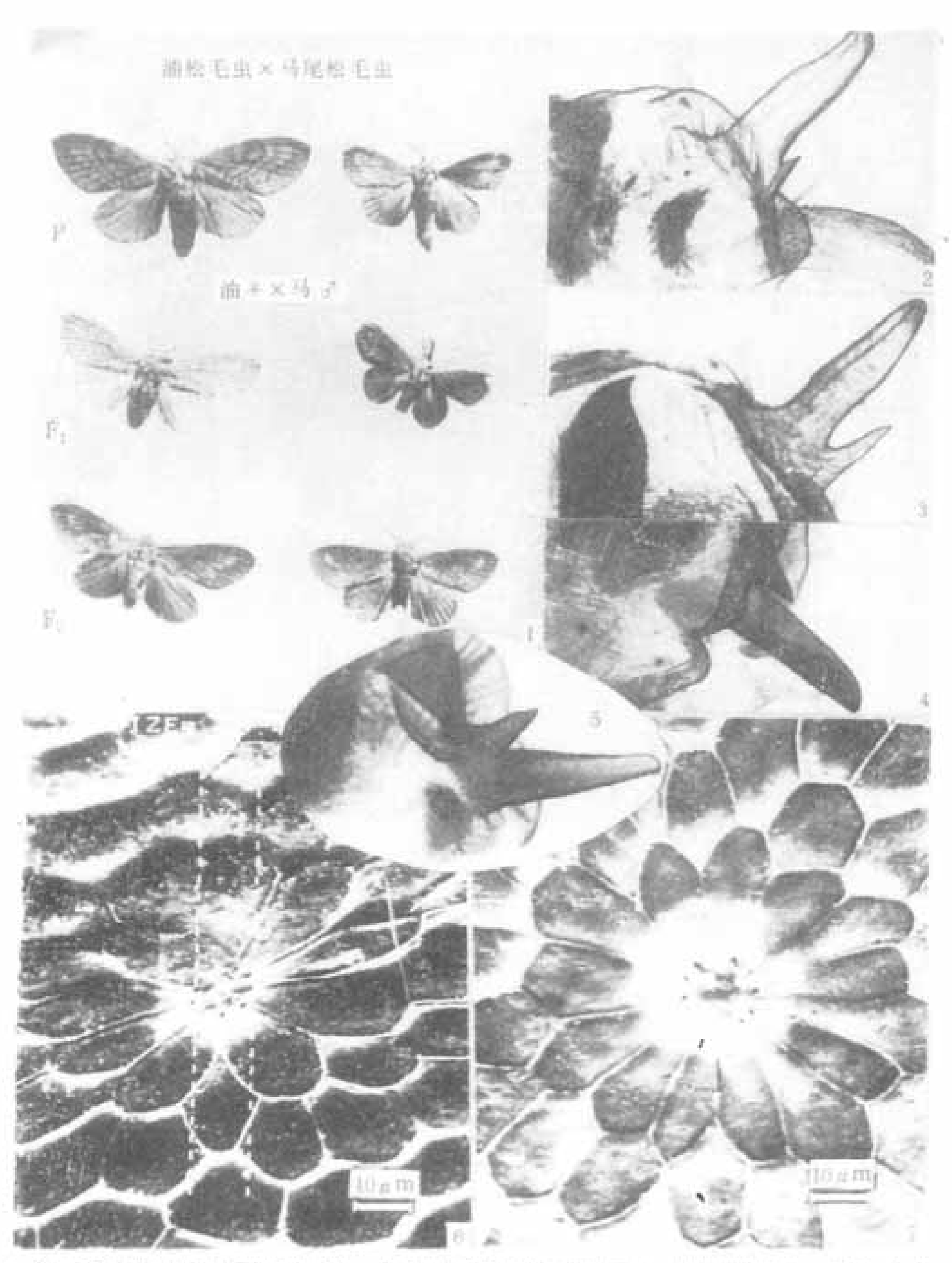
(*Chongqing Forest Plant Quarantine and Pest Control Station, Sichuan Prov., Chongqing* 630064)



Hybridization experiments were carried out between *Dendrolimus punctatus* Walker and *D. tabulaeformis* Tsai et Liu, which have been described as two separate species. The results of our experiments on their feeding habits on host plants, conspecific and interspecific pairings, sex pheromone attraction and hybridization inheritance indicate that they may be regarded belonging to same species. The differences in morphology, especially the structure of external genitalia, did not assume interspecific disparity and there is no real interspecific reproductive isolation. Reciprocal crosses in the two species both gave fertile progenies including the second and third generations. However, some differences in morphology and ecology as well as in geographical distribution between them do exist, especieally the preference for host trees in China. Therefore, *Dendrolimus tabulaeformis* may be regarded as a subspecies of the Masson pine caterpillar *Dendrolimus punctatus* Walker, and it is suggested to be nominated as *Dendrolimus punctatus tabulaeformis* (Tsai et Liu).



**Key words** *Denfrolimus punctatus* Walker——*Dendrolimus tabulaeformis* Tsai et Liu——hybridization——reproductive isolation




1.油松毛虫与马尾松毛虫亲本及其子代。 2.马尾松毛虫雄性生殖器，示大、小抱针相对长度。×320 3.油松毛虫雄性生殖器，示大、小抱针相对长度。×320 4.子1代雄性生殖器。×320 5.子2代雄性生殖器。×320 6.油松毛虫卵的精孔和内层室结构。×1000 7.油松毛虫与马尾松毛虫 $F_1$ 代卵的精孔和内层室结构。×1000